

Artículo original

**CAMBIOS MORFOFISIOLÓGICOS DE *IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM.
DURANTE EL ESTRÉS POR SEQUÍA
MORPHOPHYSIOLOGICAL CHANGES OF *IPOMOEA BATATAS* (L.)
LAM. DURING DROUGHT STRESS**

Rafael La Rosa¹, Juan Contreras¹, Augusto Mendoza², Yesenia Macabilca³ & Ana Gutiérrez³

¹ Laboratorio de Ecofisiología Vegetal. ² Centro de Investigaciones Agroecológicas. ³ Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular.

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal. Calle San Marcos 351. Pueblo Libre. Lima, Perú.

Correo electrónico: rafalarosa@yahoo.es

ABSTRACT

One of the greatest problems in the world is desertification so we must to know physiological responses and morphological adaptations from species with tolerance to drought stress. Sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) is one of the most important crops of the world, especially because of its great tolerance to drought stress. Hence, we decided to know what morphophysiological and metabolic responses has *I. batatas* under drought stress. So, we got cuttings of variety INA-100, from INIA Huaral, and were planted in 22 recipients of 4 L with substrate consisting in a mixing of sand and humus (3:1). Half of them were irrigated monthly and other half only receives water to establish plants and no more after that. We measured transpiration, histological changes in leaves and metabolic changes at protein and starch level. We confirmed transpiration is not affected for air humidity or substrate humidity. But, the effect of drought can be better observed in foliage growth, therefore in histological changes in leaves. No significance in concentration of proteins but significance in carbohydrates concentration shows an osmotic regulation in order to maintain stomata open and also an increase in photosynthetic activity in stressed plants.

Key words: drought, *Ipomoea batatas*, morphophysiology, stress.

RESUMEN

Con los problemas mundiales del avance de la desertificación, se requiere conocer cuales son las repuestas fisiológicas y adaptaciones morfológicas de especies que normalmente tienen tolerancia a la sequía. Por esta razón se decidió conocer las respuestas morfofisiológicas de *Ipomoea batatas* ante el estrés por sequía. Se trabajó con esquejes de la variedad INA-100, plantada en recipientes de 4 L de capacidad, en sustrato formado con arena y humus (3:1). La mitad se regó mensualmente y la otra mitad se regó sólo para el establecimiento de las plantas y después no se le dió agua hasta el fin del experimento. Se analizaron las fluctuaciones de la transpiración, los cambios histológicos a nivel de hoja y los cambios metabólicos a nivel de proteínas y almidón foliar. Se pudo comprobar que la transpiración no se ve afectada grandemente en las plantas en sequía. Pero sí sobre el crecimiento del follaje, lo que conlleva a una variación histológica de las hojas. El hecho que no existan diferencias significativas en la concentración de proteínas foliares, pero sí para la concentración de almidón foliar nos dice de una regulación osmótica no proteica para mantener los estomas abiertos y también de un incremento de la actividad fotosintética en las plantas sometidas a sequía.

Palabras clave: estrés, *Ipomoea batatas*, morfofisiología, sequía.

INTRODUCCIÓN

Ipomoea batatas (L.) Lam. “camote” ocupa el séptimo lugar en la producción mundial, siendo Asia y África los lugares en donde se concentra la mayor producción; Latinoamérica y el Caribe sólo cubren aproximadamente un 6% (De La Puente 1987). Además, *I. batatas* es una planta relativamente rústica, por su menor exigencia de fertilizantes y de plaguicidas, así como también en el uso de agua; por lo que podría ser cultivado en suelos marginales (Mendoza et al. 1988).

En la actualidad existen muchos países con problemas de obtención de agua para riego de sus cultivos, principalmente África, por esta razón sus países tienen un alto porcentaje de desnutrición entre sus habitantes. Por lo que estos países tienen como alternativa cultivar especies que requieran menor cantidad de agua, que lo normalmente usado por otros cultivos tradicionales, por esta razón el camote ha llegado a ser un cultivo muy importante en estos países. Con los datos obtenidos en el presente trabajo se dispone de información muy importante para que posteriormente fitomejoradores realicen trabajos de selección y cruces de genotipos con la finalidad de conseguir variedades, cada vez, mejor adaptadas a las condiciones de sequía.

En el presente trabajo se determinó cuánto afecta el déficit de agua en la transpiración, en la concentración de proteínas y almidón foliar, y en la morfología interna de las hojas de *I. batatas*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Ecofisiología Vegetal, el Jardín Hidropónico, y el Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, de la Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Los esquejes de camote fueron de la variedad INA-100, que se caracterizan por su rápido establecimiento.

El sustrato contenía arena gruesa y humus comercial en proporción 3:1, el cual fue depositado en 22 baldes de 4 L de capacidad. La mitad se regó mensualmente y la otra mitad se regó sólo para el establecimiento de las plantas y de ahí sin riego hasta el fin del experimento.

Los cortes histológicos transversales de la hoja, se hicieron a mano alzada, teniendo como soporte un cubo tallado de una papa. Los cortes se recibieron en una placa de petri con agua destilada y se seleccionó el más fino. Se observó al microscopio de luz a 100 aumentos y se fotografió con una cámara digital.

Para la medida de la transpiración foliar, se hizo uso del sistema de cámara cerrada, en donde se registraron datos de variación de humedad relativa y temperatura foliar en el interior de la cámara, con un termohigrómetro marca RadioShack®.

La cuantificación de proteína y almidón foliar se realizó utilizando 5 plantas en sequía y 5 con riego normal, tomándose 1 g de hoja de cada planta, se las liofilizó y se determinó la concentración de proteínas totales por el método de Biuret, y la concentración de almidón por el método Yodométrico.

RESULTADOS

En la Fig. 1 se pueden observar los cambios en la temperatura y humedad relativa del aire, resaltando la relación inversa que tienen ambas variables. En la Fig. 2, las plantas sin riego presentan síntomas de clorosis foliar como respuesta a la deficiencia de agua; además, se observa una reducción del tamaño de las hojas, comparadas con las plantas que recibieron un riego continuo.

Si bien en la Fig. 2, se observaba una reducción del tamaño de las hojas, en la anatomía interna, se observan el mismo número de células para ambos tratamientos, radicando la diferencia únicamente en el tamaño de las células.

La transpiración está relacionada con la temperatura y humedad relativa del aire, ya que como se registra en la Fig. 3, se dio mayor transpiración en los días en que hubo aumento

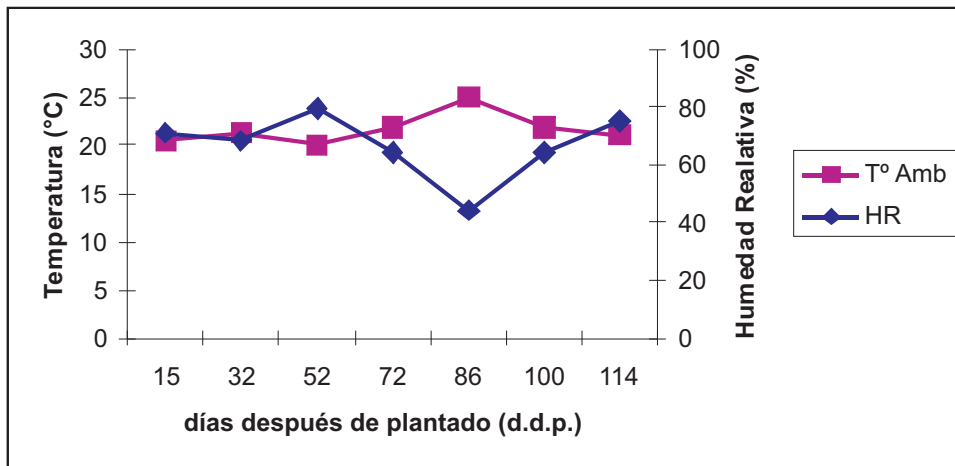


Figura 1. Datos ambientales durante el tiempo del cultivo de camote.



Figura 2. Aspecto de las plantas en sequía (izquierda) y con riego normal (derecha), a los 100 d.d.p.

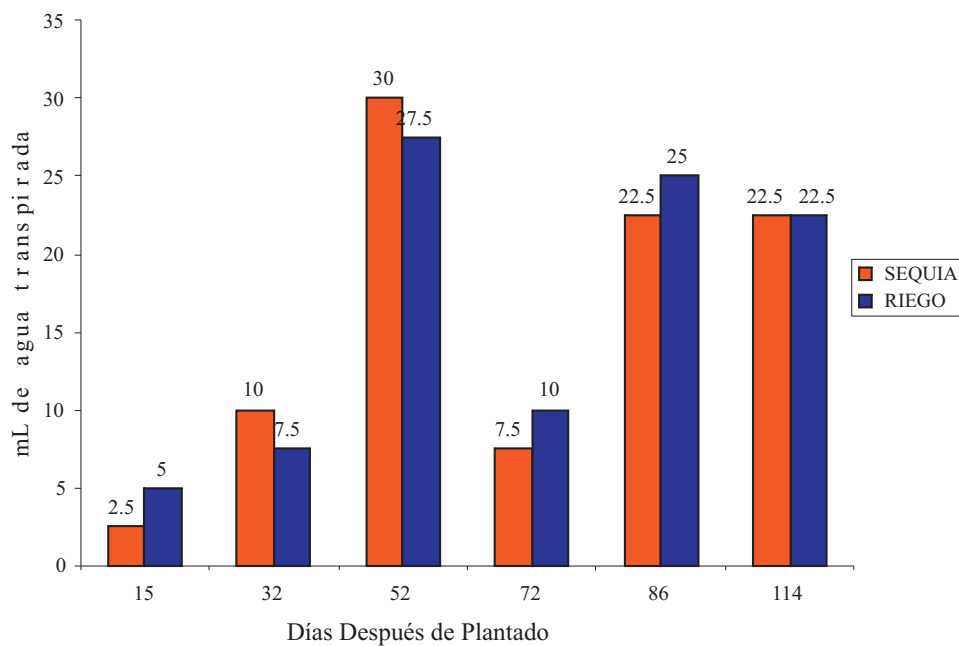


Figura 3. Comparación de la transpiración foliar en camotes bajo ausencia y presencia de agua.

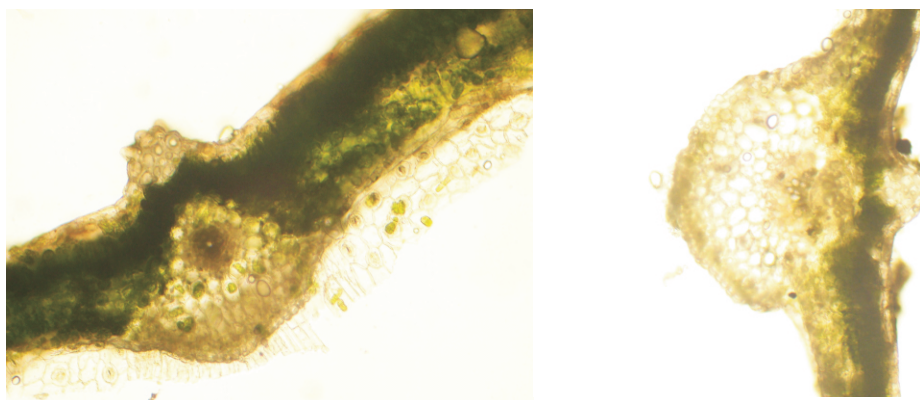


Figura 4. Anatomía interna de las hojas de plantas en sequía (izquierda) y plantas con riego normal (derecha). A los 120 d.d.p. Ambas estructuras tomadas a 100X.

Tabla 1. Promedio de la concentración de proteínas (g) y almidón (g), en hojas de camote. (En base a materia seca). A los 100 d.d.p.

Proteínas		Almidón	
sequía	riego	sequía	Riego
0,404 n.s.	0,202 n.s.	14,8 n.s.	11,2 n.s.

n.s. = no significativo.

de temperatura y disminución de la humedad relativa del aire.

No se registraron diferencias significativas entre las concentraciones de proteínas y carbohidratos en ambos tratamientos (Tabla 1).

DISCUSIÓN

Con respecto a la anatomía foliar, la morfología de las hojas difiere principalmente en el tamaño, siendo menor en las plantas estresadas (Fig. 2), coincidiendo con los resultados de Saraswati *et al.* (2004). Este hecho se ve reflejado también, en sus tejidos (Fig. 4), en donde la cantidad de parénquima incoloro a nivel de nervadura central, es mayor en las hojas que estuvieron en riego normal, también se observa que en las hojas en sequía desarrollan más parénquima esponjoso. Estos dos hechos se deben al aumento del ácido Abscísico (ABA) (Salisbury & Ross 1994,

Barceló *et al.* 2005). Además, la reducción de la expansión celular, sin afectar el número de células, no reduce la fotosíntesis por unidad de área (Blum 1996).

La transpiración de las plantas, tanto en sequía como con riego continuo, no se diferencian mucho entre sí (Fig. 3), al comienzo del cultivo, pero a través del tiempo se ve que los valores de transpiración son muy diferentes. Además se sabe que la transpiración puede seguir inalterada hasta que el suelo llegue alrededor de un 50% de su capacidad de campo, para luego ir descendiendo hasta ser inhibida totalmente cuando las hojas se marchitan (Blum 1996). Sin embargo, podemos apreciar que hay una relación entre la transpiración y la temperatura y humedad relativa del aire, ya que se incrementa cuando disminuye la humedad relativa del aire debido al incremento de la temperatura, debido a que los estomas se abren para compensar la disminución de la capa límite en las hojas

(Salisbury & Ross 1994, Barceló et al. 2005). El hecho que las plantas en sequía y con riego presenten una concentración similar de proteínas totales (Tabla 1), no significa que las plantas en sequía presenten una tendencia a una mayor síntesis de proteínas, lo que está de acuerdo con lo afirmado por Salisbury (1994) y Barceló et al. (2005), quienes afirman que en condiciones de estrés se eleva la síntesis de proteínas con la finalidad de regularse osmóticamente, y de esta manera bajar el potencial hídrico foliar y como consecuencia los estomas permanecen abiertos, y por lo tanto la fijación de CO₂ se mantiene constante (Fig. 3).

Del párrafo anterior se desprende que la actividad fotosintética no es perjudicada, por lo que los resultados de concentración de almidón foliar son no significativos, entonces podemos concluir que existe una regulación osmótica dentro de las hojas que permite que los estomas estén abiertos cuando la temperatura aumenta. Además, podemos afirmar que esta especie es muy eficiente en el uso del agua (Indira & Kabeeratumma 1988), ya que mantuvo sus estomas abiertos aun 114 días después de haber sido plantado y con solo un riego inicial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barceló, J.; Nicolás, G.; Sabater, B. & Sánchez, R. 2005. *Fisiología Vegetal*. Ed. Pirámide. España. 566 p.
- Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant growth regulation* 20: 135 - 148
- De La Puente, F. 1988. Recursos genéticos de batata (camote) en el CIP. En: Mejoramiento de la batata (*Ipomoea batatas*) en Latinoamérica. Memorias del "Seminario sobre mejoramiento de la batata (*Ipomoea batatas*) en Latinoamérica". CIP, Lima, Junio 9-12, 1987. pp 99-125.
- Indira, P. & Kabeeratumma, S. 1988. Physiological response of sweetpotato under water stress. I Effect of water stress during the different phases of tuberization. *Journal of root crops* 14: 37-40.
- Mendoza, H.A.; Espinoza, J. & Vallejo, R. 1988. Mejoramiento genético de la batata (camote o boniato) *Ipomoea batatas*, en el Centro Internacional de la Papa (CIP). En: Mejoramiento de la batata (*Ipomoea batatas*) en Latinoamérica. Memorias del "Seminario sobre mejoramiento de la batata (*Ipomoea batatas*) en Latinoamérica. CIP, Lima, Junio 9-12, 1987. pp 203-209.
- Saraswati, P.; Johnston, M.; Coventry, R. & Holtum, J. 2004. Identification of drought tolerant sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cultivars. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia, 26 Sep – 1 Oct 2004.
- Salisbury, F. & Ross, C. 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Ed. Iberoamérica. México. 759 p.

Fecha de recepción: 13 de marzo del 2008.

Fecha de aceptación: 28 de marzo del 2008.